

О.В. Прасоленко, Д.Л. Бурко, Т.В. Луценко, І.О. Ткаченко

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ УВАГИ ВОДІЇВ В УМОВАХ ВЕЧІРНІХ СУТІНОК ПРИ ПЕРЕСУВАННІ ПО МІСЬКИМ ВУЛИЦЯМ

В роботі представлено підхід щодо визначення показників уваги водіїв в умовах вечірніх сутінок на міських вулицях. Для визначення показників уваги використано технологію запису погляду людини із застосуванням окулярів Pupil Labs. Встановлено, що зміна освітленості, яка настає під час вечірніх сутінок значно впливає на показник уваги водія, який визначали як відношення загального часу фіксації погляду до загального часу руху. Показник уваги у водіїв змінювався в середньому від 68 % до 56%. При цьому, середня кількість фіксацій погляду змінювалась від 3,6 од/сек до 2,7 од/сек. В дослідженні приймали участь водії віком від 20 до 52 років.

Ключові слова: водій, вечірні сутінки, транспортний потік, увага, час фіксації погляду

Постановка проблеми

Дорожно-транспортні пригоди (ДТП) в темну пору доби – важлива проблема. Незважаючи на незначний обсяг руху (15-20%) в темний час відбувається 41-50% ДТП. За даними НДІАТ, кількість ДТП на 100 тис. транспортних одиниць складає: в ранкові сутінки 26; світлий час дня 2; вечірні сутінки 65; вночі 4 од. відповідно. Вночі відбуваються найбільш важкі ДТП за тяжкістю наслідків. Ряд досліджень показує, що в темний час доби на 30-40% збільшується тяжкість наслідків ДТП. Наприклад, в Австрії число поранених в ДТП в темну пору доби становить 33%, загиблих 55%. У Німеччині підраховано, що рух вночі в 3,5 рази небезпечніше, ніж днем, а небезпека загинути в ДТП вночі зростає до 10 разів [1-4]. Проте, проблема виникнення ДТП у вечірні сутінки маловивчена. Пропонується розглянути зміну фізіологічних показників уваги водіїв з урахуванням умов руху у вечірні сутінки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Близько 90 відсотків водій отримує інформації за допомогою зору. В темну пору доби велике значення для зору має освітленість дороги [2]. Для того щоб очі могли розпізнати предмет, необхідний певний рівень освітленості. Предмети можуть розпізнаватися за силуетом – коли яскравість об'єкта нижче яскравості оточуючого його фону, або коли яскравість перешкоди більше оточуючого його фону. Найбільші труднощі для водія відбуваються при різких змінах освітленості дороги, при русі в умовах недостатньої освітленості. Швидка зміна рівнів освітленості викликає роздратування сітчатки очей, і настає тимчасове засліплення. Час засліплення коливається

в широких межах і може тривати від кількох секунд до кількох хвилин. Зміна освітлення також впливає на час реакції водія. Несвоєчасні або неточні реакції нерідко призводять до дорожно-транспортних пригод. Водій не завжди може розгледіти траєкторії руху інших автомобілів чи розгледіти раптово з'явившогося пішохода на проїзній частині. Час реакції у цьому випадку може коливатися в широких межах від 0,4 до 2,5 сек. в залежності від професійного досвіду і індивідуальних психофізіологічних особливостей водія [1–8].

В останні роки все більша увага приділяється транспортним проблемам, які можуть змінити когнітивний і емоційний стан водіїв. Оцінка зору водія, при цьому, може бути корисна для виявлення безпечного або небезпечного типу поведінки на дорогах. Відстеження очей використовується для оцінки сприйняття водіями дорожніх елементів, а також для розробки стратегії керування автомобілем і запобігання аварій. Під час фіксації погляду водій концентрує свою увагу на певному об'єкті дорожнього середовища. Час фіксації погляду водія може коливатися від 0,1 до 2,5 секунд в залежності від складності дорожньо-транспортної ситуації та функціонального стану водія. Щодо особливостей зорового сприйняття слід зазначити, що увага водія є складною характеристикою, яка залежить від багатьох факторів. В дослідженні [4] вказано, що психічний стан водія може мати деякі характеристики відповідно до уваги водія. 1) Спокійна увага – зосередження погляду в просторі поблизу очікуваного сигналу, коротких фіксацій мало, моргань теж. 2) Напружена увага – переважання коротких фіксацій, є особливо тривалі фіксації, пропуски важливих сигналів, відсутність стеження рухів, скорочення кількості моргань. 3) Емо-

ційна напруженість – переважання особливо тривалих і коротких фіксацій. 4) Втома – поява і розвиток стеження рухів, переважання тривалих фіксацій, велика кількість моргань, підвищення порогів сприйняття, пропуски корисних сигналів. 5) Сенсорний голод (нестача інформації) – велика кількість відстежуваних рухів, тривалих фіксацій, пропуски корисних сигналів. 6) Перевантаження інформацією – велика кількість коротких фіксацій зі значною амплітудою відхилення, скорочення кількості тривалих фіксацій і моргань.

Умови руху по дорогах в темний період доби різко відрізняються від денних. Вдень при нормальному освітленні на прямій ділянці водій бачить предмети на дорозі на відстані більше 1 км. У похмуру погоду видимість скорочується до 800-900 м. Вночі при освітленні дальнім світлом фар можна побачити предмет на відстані лише за 100 – 130 м, тобто на відстані, значно менше, ніж необхідно для впевненого руху з високими швидкостями. Багато предметів, що контрастно відрізняються оком від покриття при денному світлі, на великих відстанях вночі зливаються з покриттям і стають видимими лише поблизу від автомобілів. Тим часом, як показують спостереження за режимами руху автомобілів, незважаючи на погіршення умов видимості, швидкості руху змінюються порівняно мало, знижуючись в середньому лише на 5-7 км / год [8]. Тому, незважаючи на різкий спад інтенсивності руху, кількість дорожньо-транспортних пригод в темний час доби непропорційно велика. Значно підвищується вона в період сутінків, особливо вечірніх, коли рух відбувається в умовах погіршення видимості без світла фар. В цей час позначається також втома після робочого дня водіїв і пішоходів, які повертаються з роботи [5]. Безпека руху погіршується у зв'язку з тим, що в темний час доби світло фар зустрічних автомобілів, навіть при своєчасному переході на ближнє світло, погіршує умови видимості для водіїв. Виникає небезпека наїзду на перешкоду або пішоходів на узбіччі [4].

Ступінь інтенсивності уваги визначають за формулою [2]:

$$I_v = (1 - \frac{n}{m}) \cdot 100, \quad (1)$$

де m – число простих математичних операцій, які може виконати людина при абсолютному зосередженні на них уваги;

n – число таких же операцій, які може виконати людина паралельно з виконанням даної роботи.

Проте, даний підхід не дозволяє врахувати реальні події під час руху водія та застосовується в лабораторних умовах. Крім того, дослідження зосередженості уваги показали, що основним фактором, що впливає на надійність водія є фіксація

погляду [4]. Під час фіксації погляду водій витрачає певний проміжок часу для оцінки траєкторії чи положення об'єктів середовища руху. Доведено що значне емоційне напруження збільшує час фіксації погляду, звужується поле зору водія. Водій не встигає сприймати та переробляти отриману інформацію. Все це є причиною помилок водієм.

Отже, дослідження особливостей зорового сприйняття водія у темну пору доби (вечірні сутінки) з використанням технології відстеження погляду є перспективним напрямом, що може дати відповіді на питання невідповідності умов руху до психофізіологічних параметрів зорового сприйняття людини.

Формулювання мети статті

Метою дослідження є визначення впливу вечірніх сутінків на особливості зорового сприйняття водіїв. Розглянуто закономірності зміни уваги водіїв під час настання вечірніх сутінків.

Виклад основного матеріалу

Згідно із законом Джеркса-Додсона існує оптимальне емоційне напруження, при якому досягається максимальний успіх при виконанні роботи [2–4]. Також дослідження показують, що в аварійних ситуаціях, коли у людини немає часу для усвідомленого прийняття рішення, емоції виступають в якості командного сигналу для початку ланцюга дій, спрямованих на самозбереження. Емоції впливають на діяльність при усвідомлених рішеннях. Для кожного виду діяльності існує оптимальна величина емоційного напруження. Емоційний стан, що перевищує оптимум, дезорганізує діяльність водія. Увага залежить від емоційного напруження водія [4]. Основними властивостями уваги є: концентрація, стійкість, розподіл, обсяг, Переключення. Концентрація уваги водія характеризується зосередженням лише на одному об'єкті з одночасним відволіканням від всього іншого. Стійкість уваги є властивістю щодо утримання водієм об'єкта сприйняття в свідомості протягом певного проміжку часу. Розподіл уваги – здатність утримувати та контролювати в свідомості одночасно декілька видів діяльності, що виконує водій. Водій може розподіляти свою увагу між декількома діями, якщо одна з них виконується на рівні автоматизму, тобто певного навику. Для цього дуже важливо мати певний обсяг уваги, що характеризується можливістю сприймати одночасно декілька об'єктів. Людина може одночасно сприймати від 4 до 6 об'єктів. Важливою складовою уваги є здатність переключення, тобто переходу в свідомості від сприйняття об'єктів одного виду діяльності до сприйняття об'єктів іншої діяльності. Всі перелічені особливості зорового сприйняття водія є важливими характеристиками, що

дозволяють визначати надійність водія. На рис. 1 представлено класифікацію параметрів уваги водія.

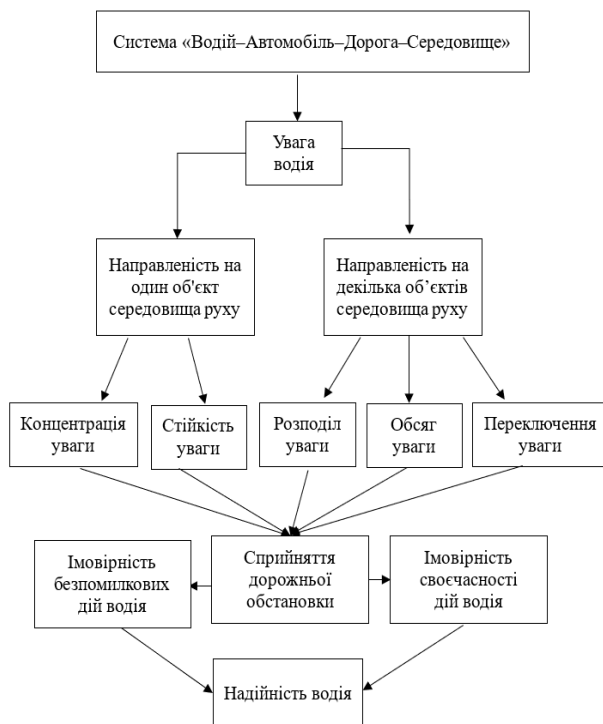


Рис. 1. Класифікація параметрів уваги водія

Експериментальні дослідження зміни показників уваги водіїв в умовах вечірніх сутінок виконували на різних категоріях міських вулиць. В дослідженні приймали участь водії віком від 20 до 52 років. Для дослідження показників уваги водіїв використовували окуляри Pupil Labs (рис. 2). Окуляри мають декілька камер, що знімають очі в інфрачервоному зображенні та оточуюче середовище з високою роздільною здатністю.



Рис. 2. Окуляри для визначення показників уваги водія

Показник уваги водія визначали за формулою:

$$B_y = \frac{\sum_{i=1}^k T_{\phi i}}{T_{\text{рух}}} \cdot 100, \% \quad (2)$$

де $T_{\phi i}$ – час фіксації погляду водія на певному i – му об'єкті середовища руху; k – кількість фіксацій погляду водія; $T_{\text{рух}}$ – загальний час руху.

Кількість фіксацій погляду водія з урахуванням часу рух визначали за формулою:

$$N_{\phi} = \frac{\sum_{i=1}^k \phi i}{T_{\text{рух}}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

де ϕi – i -та фіксація погляду водія на певному i – му об'єкті середовища руху.

Дослідження зміни освітленості при настанні сутінок виконували за допомогою люксметру NEULOG (рис. 3). Заміри виконувались синхронно з записом параметрів руху автомобіля та параметрів зорового сприйняття водія в режимі реального часу.



Рис. 3. Прилад для визначення зміни освітленості

Під час реєстрації параметрів погляду водіїв фіксували одночасно рівень освітленості у вечірні сутінки. На рис. 4 показано фіксації погляду водія при зміні освітленості на певному об'єкті середовища руху.

Експеримент тривав наступним чином. Водій перед сутінками прибував на місце заїзду. Тим самим час впрацювання водія враховувався на початку досліджень. Ділі водій виконував серії заїздів по відомим маршрутам після заходу сонця протягом 30 хвилин. На рис. 5 представлено закономірності зміни уваги водія, яка визначалась як відношення загального часу фіксацій погляду до загального часу руху (формула 2).

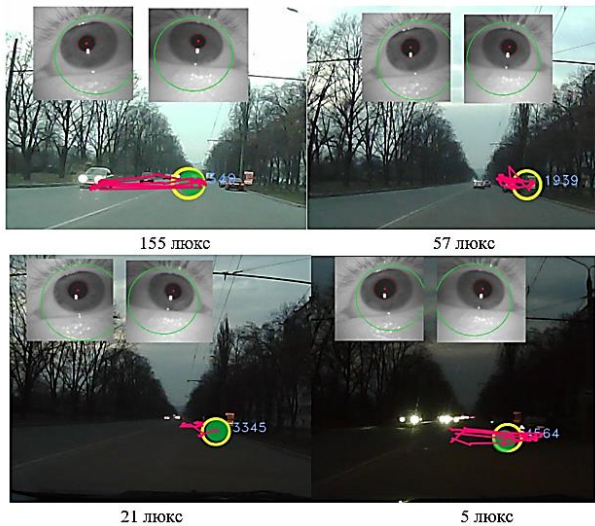


Рис. 4. Приклад замірів параметрів фіксації погляду водія при зміні освітленості у сутінки

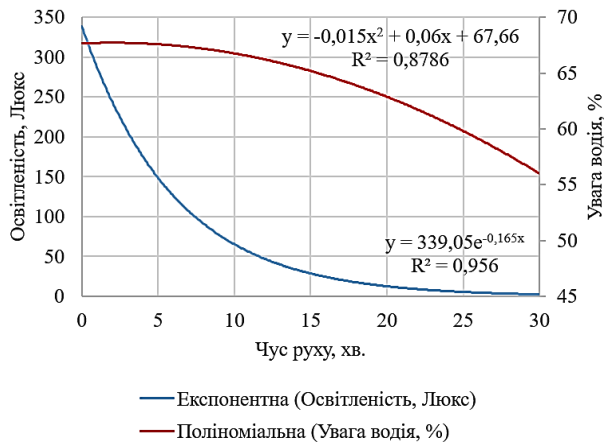


Рис. 5. Зміна уваги водія в умовах вечірніх сутінок

На рис. 6 представлено закономірності зміни кількості фіксацій погляду водія, які визначали, як відношення кількості фіксацій до загального часу руху (формула 3).

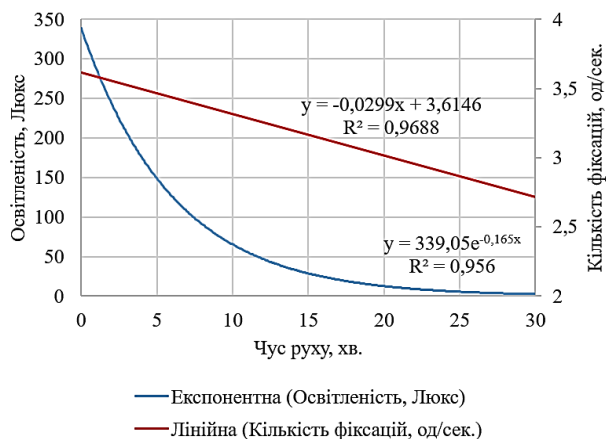


Рис. 6. Зміна кількості фіксацій погляду в умовах вечірніх сутінок

Отримані експериментально залежності зміни показника уваги водіїв та кількості фіксацій погляду в умовах вечірніх сутінок можна використовувати для побудови багатофакторних моделей з урахуванням параметрів руху на різних категоріях вулиць. Дослідження повинні бути спрямовані на таких характеристиках: вік та стаж водія, швидкість руху, інтенсивність руху, рівень завантаження дороги рухом і ін.

Висновки

В статті розглянуто закономірності зміни параметрів уваги водія. В умовах вечірніх сутінок значно знижується увага водія. Водій при зміні освітленості від 50 люкс і менше відчуває зорове стомлення від постійного пошуку об'єктів на дорозі. При цьому, кількість фіксацій значно зменшується, так як водій більше часу витрачає на розпізнавання та пошук потрібних елементів дорожньої обстановки, пішоходів і ні.

Література

1. Гаврилов, Э. В. Теоретические основы проектирования и организации условий дорожного движения с учетом закономерностей поведения водителей [Текст]: дис. ... докт. техн. наук / Э. В. Гаврилов. – К.: КАДИ, 1992. – 300 с.
2. Гаврилов, Э. В. Эргономика на автомобильном транспорте. [Текст] / Гаврилов Э. В. – К.: Техника, 1976. – 152 с.
3. Бегма, И. В. Учет психофизиологии водителей при проектировании автомобильных дорог [Текст] / И. В. Бегма, Э. В. Гаврилов, Я. А. Калужский. — М.: Транспорт, 1976. — 88 с.
4. Лобанов, Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя [Текст] / Лобанов Е. М. – М.: Транспорт, 1980. – 311 с.
5. Прасоленко, О.В. Влияние конфликтных ситуаций на мисських вулицях на показатели трудовой деятельности водія у темну пору доби [Текст] / О.В. Прасоленко // Коммунальное хозяйство городов. – 2019. – Вып. 3 (149). – С. 152-157.
6. Nizami Gyulyev, Oleksii Lobashov, Oleksii Prasolenko, Dmytro Burko (2018). Research of Changing the Driver's Reaction Time in the Traffic Jam. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 308-314
7. Prasolenko, O., Lobashov, O., & Galkin, A. (2015). The Human Factor in Road Traffic City. *International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems*, 1(3), 77-84.
8. Отраслевой дорожный методический документ [Текст] : Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах – Москва 2002.

References

1. Gavrilov, E.V. (1992). Theoretical bases of designing and the organization of conditions of traffic taking into account laws of behavior of drivers. The dis. doctor of technical sciences. Sciences, KADI, 300.
2. Gavrilov, E.V. (1976). Ergonomics on the automobile transport. K.: Technika, 152.
3. Begma, I.V., Gavrilov, E. V., Kaluzhsky, Y. A. (1976). Accounting for the psychophysiology of drivers in the design of highways. M.: Transport, 88.

4. Lobanov, E. M. (1980). Designing roads and organizing traffic, taking into account the driver's psychophysiology. M.: Transport, 311.
5. Prasolenko, O. V. (2019). Impact of road conflicts on driver performance at twilight. *Municipal economy of cities*, 149. 152-157.
6. Nizami Gyulyev, Oleksii Lobashov, Oleksii Prasolenko, Dmytro Burko (2018). Research of Changing the Driver's Reaction Time in the Traffic Jam. *International Journal of Engineering & Technology*, 7 (4.3), 308-314
7. Prasolenko, O., Lobashov, O., & Galkin, A. (2015). The Human Factor in Road Traffic City. *International Journal of Automation, Control and Intelligent Systems*, 1(3), 77-84.
8. Sectoral road methodical document: Recommendations on ensuring the safety of traffic on motor roads - Moscow 2002.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ПРАСОЛЕНКО Олексій Володимирович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – prasolenko@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7248-9915>

Автор: БУРКО Дмитро Леонідович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – dburko81@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5094-1130>

Автор: ЛУЦЕНКО Тетяна Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – amosenia@yahoo.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1369-4772>

Автор: ТКАЧЕНКО Ірина Олександрівна
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – iryna.tkachenko2017@gmail.com

PATTERNS OF DRIVERS' ATTENTION CHANGES WHEN MOTION VIA URBAN STREETS IN THE EVENING TWILIGHT CONDITIONS

O. Prasolenko, D. Burko, T. Lutsenko, I. Tkachenko
O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

The drivers receive about 90% of the information through the vision. The road illumination is high important for vision at night. A certain level of illumination is required in order for the eyes to recognize an object. When the brightness of an object is lower than the brightness of the background, or when the brightness of an obstruction is higher than the background's brightness, objects can be recognized by silhouette. The drivers fraught with the greatest difficulties when the road illumination changes sharply in the conditions of low light driving. Traffic accidents at night are an important issue. Although the traffic volume is low (15-20%), 41-50% of traffic accidents happen at night. For the last years more attention has been paid to transport issues that can change the cognitive and emotional state of drivers. Therefore, assessing the driver's vision may be useful in identifying a safe or dangerous type of behavior on the road. Eye tracking is used to measure drivers' perception of road elements, as well as developing driving strategies and accidents preventing. During the eye fixing, the driver focuses on a specific object of road environment. The time of driver's eye fixing may vary from 0.1 to 2.5 seconds, depending on the complexity of the road traffic and the driver's functional state.

The article presents an approach to determine the driver's attention indicators at the evening twilight on city streets. The method of recording points of regard using Pupil Labs glasses was used to attention indicators determination. Experimental studies of drivers' attention indicators in the evening twilight conditions were carried out in different types of city streets. The study involved drivers aged 20 to 52 years. During the driver eye fixing, the level of illumination at the evening twilight was recorded simultaneously. When the light changes from 50 lx or less, the driver feels visual fatigue from the continuous state of road objects exploration. At the same time, the number of fixations is significantly reduced, since the driver spends more time recognizing and searching of traffic elements, pedestrians, etc.

Keywords: driver, twilight conditions, road traffic, attention.